"Express Mail" mailing label number EV 327 137 031 US
Date of Deposit 4/18/03

Our File No. 9281-4698
Client Reference No. N US02179

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Minoru Yamada

Serial No. To Be Assigned

Filing Date: Herewith

For: Method From Manufacturing Magnetic Head Including Coil

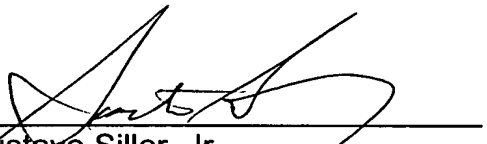
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2002-348368 filed on November 29, 2002 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Gustavo Siller, Jr.
Registration No. 32,305
Attorney for Applicant
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE
P.O. BOX 10395
CHICAGO, ILLINOIS 60610
(312) 321-4200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００２年１１月２９日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００２－３４８３６８

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－３４８３６８]

出 願 人
Applicant(s): アルプス電気株式会社

２００３年 ８月１４日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号 出証特２００３－３０６５９３２

【書類名】　特許願
【整理番号】　021234AL
【提出日】　平成14年11月29日
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　G11B　5/30
【発明の名称】　磁気ヘッドの製造方法
【請求項の数】　8
【発明者】
【住所又は居所】　東京都大田区雪谷大塚町１番７号　アルプス電気株式会社内
【氏名】　山田　稔
【特許出願人】
【識別番号】　000010098
【氏名又は名称】　アルプス電気株式会社
【代表者】　片岡　政隆
【代理人】
【識別番号】　100085453
【弁理士】
【氏名又は名称】　野▲崎▼　照夫
【選任した代理人】
【識別番号】　100121049
【弁理士】
【氏名又は名称】　三輪　正義
【手数料の表示】
【予納台帳番号】　041070
【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】　明細書　1
【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　磁気ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項１】　以下の工程を有することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

（ａ）下部コア層をメッキで形成する工程、

（ｂ）前記下部コア層上に、磁性材料製の第１の持ち上げ層と第２の持ち上げ層を第１の方向に間隔を開けて形成する工程、

（ｃ）前記下部コア層の上に、無機絶縁層を形成する工程、

（ｄ）前記無機絶縁層に、前記第２の持ち上げ層の回りに位置し、且つ前記第１の持ち上げ層と第２の持ち上げ層とで挟まれた領域を通過する複数条の溝部を形成する工程、

（ｅ）前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層を連続メッキによって形成する工程、

（ｆ）前記コイル層の各条の間を絶縁材料で絶縁する工程、

（ｇ）前記第２の持ち上げ層に接続され、前記第１の持ち上げ層と非磁性材料からなるギャップ層を介して対向する上部コア層を、磁性材料を用いて形成する工程、

【請求項２】　前記第１の持ち上げ層上に、ギャップ層を有し、前記第１の方向に直交する第２の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第２の方向の幅寸法より小さいトラック幅規制部を形成する工程を有する請求項１記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項３】　前記磁極部は非磁性材料からなるギャップ層と、前記第２の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第２の方向の幅寸法より小さい上部トラック幅規制部を有するものである請求項２記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項４】　前記ギャップ層と第１の持ち上げ層の間に、磁性材料からなり、前記第１の方向に直交する第２の方向の幅寸法が、前記第１の持ち上げ層の前記第２の方向の幅寸法より小さい下部磁極層を有する請求項２または３に記載

の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項５】　前記コイル層の各条は、下部領域と、前記下部領域より幅寸法の大きい上部領域からなる請求項１ないし４のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項６】　前記無機材料層の材料は、SiO_2である請求項１ないし５のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項７】　前記第２の持ち上げ層上に第３の持ち上げ層を形成し、この第３の持ち上げ層に前記上部コア層を接続する請求項１ないし６のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項８】　前記絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電気的に接続された第２のコイル層を形成し、この第２のコイル層を覆う絶縁層の上に上部コア層を形成する請求項１ないし７のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば磁気記録媒体に対向するスライダのトレーリング端部に設けられる磁気ヘッドに係り、特に、記録ヘッド部のコイルの発熱による熱膨張を抑えた磁気ヘッドの製造方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

図１４は、特許文献１に記載された従来の磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図である。図１４に示す薄膜磁気ヘッドは、記録用のインダクティブヘッドである。

【０００３】

図１４に示される磁気ヘッドでは、ＮｉＦｅ合金などの軟磁性材料からなる下部コア層１０の上には、トラック幅Ｔｗで形成されたトラック幅規制部１１が形成されている。トラック幅規制部１１は、下部磁極層１２、ギャップ層１３、および上部磁極層１４の３層膜の積層構造で構成されている。

【０００４】

トラック幅規制部の長さ寸法Ｌ１によって、磁気ヘッドのギャップデプスＧｄが規制される。前記ギャップデプスＧｄは、薄膜磁気ヘッドの電気特性に多大な影響を与えることから、予め所定の長さに設定される。

【０００５】

トラック幅規制部１１の第１の方向（ハイト側方向；図示Ｙ方向）後方に、コイル層１５が形成されている。図２に示すように、下部コア層１０とコイル層１５との間には、下部コアとコイル層間の絶縁確保のための絶縁下地層１６が形成されており、この絶縁下地層１６は、例えば、Al_2O_3で形成されている。

【０００６】

そして、絶縁下地層１６上に、巻き中心部１５ａを中心として螺旋状にパターン形成された、コイル層１５が形成されている。コイル層１５は、絶縁層１７によって覆われている。絶縁層１７は、Al_2O_3によって形成されている。

【０００７】

また、コイル層１５の上には、絶縁層１７を介して第２のコイル層１８が螺旋状にパターン形成されている。第２のコイル層１８の巻き中心部１８ａとコイル層１５の巻き中心部１５ａは電気的に接続されている。

【０００８】

そして、第２のコイル層１８は、レジストやポリイミドなどの有機材料による絶縁層１９に覆われ、絶縁層１９上には、上部コア層２０がパターン形成されている。

【０００９】

上部コア層２０は、その先端部２０ａが、トラック幅規制部１１上に接して形成されており、また基端部２０ｂは、下部コア層１０上に形成された磁性材料製の持ち上げ層２１上に磁気的に接続された状態となっている。

【００１０】

なお、下部コア層１０、下部磁極層１２、上部磁極層１４、上部コア層２０は、ＮｉＦｅ合金などの軟磁性材料からなる。また、ギャップ層１３はＮｉＰなどの非磁性材料からなる。コイル層は、Ｃｕなどの導電性非磁性材料からなる。

【００１１】

図１４に示すインダクティブヘッドでは、コイル層１５および第２のコイル層１８に記録電流が与えられると、下部コア層１０及び上部コア層２０に記録磁界が誘導され、トラック幅規制部１１において、ギャップ層１３を介して対向する下部磁極層１２及び上部磁極層１４間に漏れ磁界が発生し、この漏れ磁界により、ハードディスクなどの記録媒体に磁気信号が記録される。

【００１２】

図に示されるインダクティブヘッドでは、コイルが２層の積層構造となっているため、コイル層１５の幅寸法Ｔ３を小さくして、下部コア層１０及び上部コア層２０の寸法を小さくすることができ、磁気ヘッドのインダクタンスの低減を図ることができる。従って、高記録周波数化に対応可能になる。

【００１３】

また、特許文献２には、コイル層の抵抗値を下げるため、コイル層の上部コア層と下部コア層に挟まれる部分以外の部分で、コイル層の膜厚を厚くした磁気ヘッドが記載されている。コイル層の抵抗値を下げることによって熱雑音の発生を低減することができる。

【００１４】

【特許文献１】

特開２００１－５２３０９号公報（第２図）

【特許文献２】

特開平６－１０３５２６号公報（第３頁、第１図）

【００１５】

【発明が解決しようとする課題】

ハード磁気ディスクが搭載される磁気記録装置において、特許文献１及び特許文献２に記載された磁気ヘッドは、磁気ディスクから微小間隔をもって浮上するスライダ上に設けられている。

【００１６】

ところで、インダクティブ型の磁気ヘッドでは、コイル層１５の発熱によりトラック幅規制部１１が膨張して、スライダの記録媒体との対向面から突出する。

【００１７】

特に、高記録密度を可能とした薄膜磁気ヘッドでは、コイル層１５に与えられる記録電流の周波数が高いため、コイル層の発熱量が多くなる。コイル層１５の発熱の増大に伴って、トラック幅規制部の熱膨張が顕著になり、突出量が増大する。

【００１８】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているため、突出したトラック幅規制部１１が磁気媒体に当たる頻度が高くなり、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性が高くなる。

【００１９】

コイル層１５の発熱量を低減するためには、コイル層１５の断面積を大きくしてコイル層１５の抵抗値を小さくする必要がある。特に、持ち上げ層２１よりもトラック幅規制部１１に近い、コイル層１５の前方部分の抵抗値を低減する必要がある。

【００２０】

しかし、前述の如く、下部コア層１０及び上部コア層２０の寸法を小さくして、磁気ヘッドのインダクタンスを低減させるためには、コイル層１５の幅寸法Ｔ３を小さくする必要がある。従って、コイル層１５の幅寸法（図示Ｙ方向寸法）Ｗ１を大きくすることはできない。

【００２１】

また、上部コア層２０とトラック幅規制部１１の接合を確実にするために、トラック幅規制部１１の上面１１ａを平坦面にする必要がある。しかし、磁気ヘドは非常に微細なため、トラック幅規制部１１の上面のみを平坦面にすることはできず、絶縁層１７の上面１７ａも平坦面になる。コイル層１５は絶縁層１７に覆われることが必要なので、コイル層１５の上面を絶縁層１７の上面１７ａよりも上方にすることもできない。すなわち、特許文献２に記載されているように、単純にコイル層を複数重ねる構造をとることができない。

【００２２】

本発明は、上記従来の課題を解決するためのものであり、少なくとも上部コア層と下部コア層に挟まれた領域のコイル層を下方向に延ばすことにより、膜厚を大きくしてコイル層の抵抗値を低減できる磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的としている。

【００２３】

【課題を解決するための手段】

本発明の磁気ヘッドの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

（ａ）下部コア層をメッキで形成する工程、

（ｂ）前記下部コア層上に、磁性材料製の第１の持ち上げ層と第２の持ち上げ層を第１の方向に間隔を開けて形成する工程、

（ｃ）前記下部コア層の上に、無機絶縁層を形成する工程、

（ｄ）前記無機絶縁層に、前記第２の持ち上げ層の回りに位置し、且つ前記第１の持ち上げ層と第２の持ち上げ層とで挟まれた領域を通過する複数条の溝部を形成する工程、

（ｅ）前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層を連続メッキによって形成する工程、

（ｆ）前記コイル層の各条の間を絶縁材料で絶縁する工程、

（ｇ）前記第２の持ち上げ層に接続され、前記第１の持ち上げ層と非磁性材料からなるギャップ層を介して対向する上部コア層を、磁性材料を用いて形成する工程。

【００２４】

本発明では、前記（ｃ）工程で、前記下部コア層の上に無機絶縁層を形成したときに、この無機絶縁層が前記第１の持ち上げ層と前記第２の持ち上げ層に挟まれる領域内に形成されることになる。そして、前記（ｄ）工程によって、前記第１の持ち上げ層と前記第２の持ち上げ層に挟まれる領域の前記無機絶縁層に、複数条の溝部が形成される。さらに、前記（ｅ）工程によって、この前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層が連続メッキによって形成される。

【００２５】

これらの工程を経ることにより、前記コイル層を前記無機絶縁層の内部と前記無機絶縁層の上の層の絶縁層の内部にまたがって形成されたものにできる。従って、本発明によって製造された磁気ヘッドは、前記上部コア層と下部コア層に挟まれた前記コイル層の前方領域の膜厚を、従来よりも厚くすることが可能になる。

【００２６】

しかも、前記（ｅ）工程において、前記コイル層を連続メッキによって形成している。

【００２７】

ここでいう、連続メッキとは、前記コイル層を、一度のメッキ浴及び電流供給によって形成することを意味する。すなわち、本発明では、メッキ形成の途中のコイル層を、メッキ浴中から出してから再びメッキ浴中に浸すという過程を経ない。

【００２８】

従って、本発明の磁気ヘッドの製造方法であれば、膜厚の大きなコイル層を容易かつ迅速に形成することができる。しかも、形成されたコイル層は、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層になる。

【００２９】

また、無機材料によって形成された無機絶縁層は、熱伝導率が大きいので無機絶縁層中にコイル層が埋めこまれても、外部に熱が逃げやすくなっている。

【００３０】

従って、本発明では、前記コイル層の断面積を大きくして前記コイル層の抵抗値を小さくすることができる。特に、前記第２持ち上げ層よりも媒体対向面に近い、前記コイル層の前方部分の抵抗値を低減することができる。しかも、前記コイル層の膜厚を大きくすることによって、断面積を大きくしているため、下部コア層及び上部コア層の寸法を小さく維持して、磁気ヘッドのインダクタンスが増大することを防ぐことができる。

【００３１】

従って、前記コイル層の発熱により磁気ヘッドが膨張したときの、スライダの記録媒体との対向面から突出量を低減できる。特に、高記録密度に対応するために前記コイル層に与えられる記録電流の周波数が高くなっても、コイル層の発熱量を抑制でき、前記突出量を低減できる。

【００３２】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているが、本発明では、磁気ヘッドの前記突出量を低減できるため、磁気ヘッドが磁気媒体に当たる頻度を低くでき、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性を低減できる。

【００３３】

本発明では、前記第１の持ち上げ層上に、ギャップ層を有し、前記第１の方向に直交する第２の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第２の方向の幅寸法より小さいトラック幅規制部を形成する工程を有することが好ましい。

【００３４】

前記トラック幅規制部を形成することによって磁気ヘッドのトラック幅を小さくすることができる。本発明では、前記トラック幅規制部の下面よりも、下方位置に前記コイル層の下面が位置するようになる。

【００３５】

例えば、前記磁極部は非磁性材料からなるギャップ層と、前記第２の方向の幅寸法が、前記上部コア層の先端部の前記第２の方向の幅寸法より小さい上部磁極層を有するものである

また、前記ギャップ層と第１の持ち上げ層の間に、磁性材料からなり、前記第１の方向に直交する第２の方向の幅寸法が、前記第１の持ち上げ層の前記第２の方向の幅寸法より小さい下部磁極層を有することが好ましい。

【００３６】

本発明によって形成された前記コイル層の各条は、下部領域と、前記下部領域より幅寸法の大きい上部領域からなる。

【００３７】

なお、前記無機材料層の材料は、例えばSiO_2である。

また、前記上部コア層の形成を容易にするために、前記第２の持ち上げ層上に第３の持ち上げ層を形成し、この第３の持ち上げ層に前記上部コア層を接続することが好ましい。

【００３８】

また、本発明では、前記絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電気的に接続された第２のコイル層を形成し、この第２のコイル層を覆う絶縁層の上に上部コア層を形成してもよい。

【００３９】

【発明の実施の形態】

図１に示す磁気ヘッド装置は、Al_2O_3－ＴｉＣからなる略直方体のスライダ３１を有しており、その対向面３１ｂがハード磁気ディスクである記録媒体に対向する。スライダ３１のトレーリング側の端面３１ａ上に、磁気ヘッドＨと端子層３２，３２および端子層３３，３３が形成されている。磁気ヘッドＨのインダクティブヘッド部のコイル層は端子部３２，３２に接続されている。また、再生ヘッド部の磁気抵抗効果素子が設けられている場合には、端子層３３，３３から前記磁気抵抗効果素子に検出電流が与えられる。

【００４０】

図２に示される磁気ヘッドは、浮上式ヘッドを構成するセラミック材のスライダ３１のトレーリング側端面３１ａに形成されたものであり、ＭＲヘッドｈ１と、書込み用のインダクティブヘッドｈ２とが積層されたＭＲ／インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッド（以下、単に薄膜磁気ヘッドという）となっている。

【００４１】

ＭＲヘッドｈ１は、磁気抵抗効果を利用してハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界を検出し、記録信号を読み取るものである。

【００４２】

図２に示すように、スライダ３１のトレーリング側端面３１ａ上にAl_2O_3膜３４を介してＮｉＦｅ等からなる磁性材料製の下部シールド層３５が形成され、さらにその上に絶縁材料製のギャップ層３６が形成されている。

【００４３】

ギャップ層３６内には記録媒体との対向面からハイト方向（図示Ｙ方向）に向けて、異方性磁気抵抗効果（ＡＭＲ）素子、巨大磁気抵抗効果（ＧＭＲ）素子あるいはトンネル型磁気抵抗効果（ＴＭＲ）素子などの磁気抵抗効果素子３７が形成され、さらにギャップ層３６の上にＮｉＦｅ等の磁性材料で形成された上部シールド層３８が形成されている。ＭＲヘッドｈ１は、下部シールド層３５から上部シールド層３８までの積層膜で構成されている。

【００４４】

ＭＲヘッドｈ１の上に、アルミナなどの絶縁材料によって形成された分離層３９を介して、本発明の磁気ヘッドの製造方法を用いて形成されたインダクティブヘッドｈ２が積層されている。このインダクティブヘッドｈ２では、下部コア層４０がＮｉＦｅなどの磁性金属材料でメッキ形成されており、その端部は対向面３１ｂに露出している。

【００４５】

下部コア層４０の対向面３１ｂ側の上には、磁性材料製の第１持ち上げ層４１が積層されており、第１持ち上げ層４１から第１の方向（図示Ｙ方向；ハイト方向）に間隔を開けて磁性材料製の第２の持ち上げ層４２が積層されている。

【００４６】

下部コア層４０の上の第１持ち上げ層４１と第２持ち上げ層４２に挟まれる領域及び第２持ち上げ層の第１の方向後方（ハイト方向後方）に、無機絶縁層４３が形成されている。第１持ち上げ層４１と第２持ち上げ層４２は例えばＮｉＦｅによって形成される。無機絶縁層４３はSiO_2によって形成されている。

【００４７】

第１持ち上げ層４１の上には、トラック幅規制部４４が形成されている。トラック幅規制部４４は、第１持ち上げ層４１の上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された下部磁極層４４ａと、下部磁極層４４ａの上にメッキ成長したＮｉＰなどの非磁性金属で形成されたギャップ層４４ｂ、およびギャップ層４４ｂの上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された上部磁極層４４ｃとの三層構造である。

【００４８】

下部磁極層４４ａおよび上部磁極層４４ｃは、下部コア層４０および上部コア層５１と同じ磁性材料で形成されていてもよいが、下部コア層４０および上部コア層５１よりも飽和磁束密度の高い磁性材料で形成されていることが好ましい。また、トラック幅規制部４４の先端部４４ｄは、対向面３１ｂに露出していてもよいし、薄い保護膜で覆われていてもよい。

【００４９】

なお、下部磁極層４４ａ、上部磁極層４４ｃは例えばＮｉＦｅによって形成され、ギャップ層４４ｂはＮｉＰ（ニッケルーリン）合金によって形成される。

【００５０】

この実施の形態では、第１持ち上げ層４１上の対向面３１ｂよりも内方（第１の方向側）に、有機絶縁材料、無機絶縁材料または非磁性金属材料で形成されたＧｄ決め層４５が形成されている。Ｇｄ決め層４５の対向面３１ｂ側には、トラック幅規制部４４の下部磁極層４４ａとギャップ層４４ｂの後端が接触しており、ギャップ層４４ｂの奥行き寸法は、Ｇｄ決め層４５により決められている。Ｇｄ決め層４５上には、上部磁極層４４ｃの後端が乗り上げて形成されている。

【００５１】

磁気ヘッドの内方では、第２持ち上げ層４２上に、ＮｉＦｅなどの磁性金属材料の第３持ち上げ層４６がメッキ形成されている。第３持ち上げ層４６の上面４６ａは平坦であり、トラック幅規制部４４の上面４４ｅと同一平面内に形成されている。

【００５２】

第１の持ち上げ層４１と第２の持ち上げ層４２に挟まれる領域の無機絶縁層４３及び第２の持ち上げ層４２より後方（図示Ｙ方向）の無機絶縁層４３に、第２持ち上げ層４２の周りをらせん状に巻回する複数条の溝部が形成されており、この溝部の内部及び溝部に重なる領域に、溝部の深さ寸法Ｄ１より大きな膜厚Ｄ２を有する複数条のコイル層４７が形成されている。コイル層４７はＣｕによって形成されている。また、コイル層４７は、Ｃｕからなる層とＮｉからなる保護層の積層構造であってもよい。

コイル層４７の各条４７ａ間とコイル層４７上には絶縁層４８が設けられている

。このように、図２に示されるインダクティブヘッドは、上部コア層５１と下部コア層４０に挟まれた領域でコイル層４７の膜厚を、従来よりも厚くすることが可能になっている。

【００５３】

しかも、コイル層４７をメッキ形成する際、コイル層４７を連続メッキによって形成している。

【００５４】

ここでいう、連続メッキとは、コイル層４７を、下地層５３上に一度のメッキ浴及び電流供給によって形成することを意味する。すなわち、メッキ形成の途中のコイル層４７を、メッキ浴中から出してから再びメッキ浴中に浸すという過程を経ない。 従って、コイル層４７は、下地層５３の部分を除き、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層になる。なお、コイル層４７がＣｕからなる層とＮｉからなる保護層の積層構造であるときには、保護層の下層の層（例えばＣｕからなる層）が前記連続メッキによって形成される。

【００５５】

また、無機絶縁層４３と絶縁層４８は、熱伝導率が大きいSiO_2などの無機材料で形成されているのでコイル層４７から発生した熱が逃げやすくなっている。

【００５６】

コイル層４７を覆う絶縁層４８の上面４８ａは平坦面であり、第３持ち上げ層４６の上面４６ａ及びトラック幅規制部４４の上面４４ｅと同一平面内に形成されている。

【００５７】

絶縁層４８上面に、第２のコイル層４９が第３持ち上げ層４６の周囲を螺旋状に巻回されて形成されている。コイル層４７と第２のコイル層４９は、中心部が絶縁層４８を貫通して互いに接続されている。

【００５８】

第２のコイル層４９はＣｕによって形成されている。また、第２のコイル層４９は、Ｃｕからなる層とＮｉからなる層の積層構造であってもよい。

【００５９】

第２のコイル層４９は、コイル絶縁層５０により覆われている。コイル絶縁層５０は、レジスト等の有機絶縁材料からなり、第２のコイル層４９の互いに隣り合う導電層間を埋めると共に、第２のコイル層４９の上面を覆っている。

【００６０】

上部コア層５１は、コイル絶縁層５０上に形成されており、基部５１ｂが第３持ち上げ層４６の上面４６ａに接続されて、先端部５１ａがトラック幅規制部４４の上面４４ｅに接続されている。上部コア層５１の先端部５１ａは、対向面３１ｂに露出することなく形成されている。上部コア層５１は例えばＮｉＦｅなどの磁性材料によって形成されている。

【００６１】

インダクティブヘッドｈ２は、保護層５２により覆われている。保護層５２は、ＡｌＳｉＯやＡｌ$_2$Ｏ$_3$等の絶縁材料からなる。

【００６２】

保護層５２上に図１に示した端子層３２，３２および端子層３３，３３が形成されている。この端子層３２，３２および端子層３３，３３は、比抵抗の小さい金属材料であるＡｕ、Ａｇ、Ｐｔ、Ｃｕのいずれかである。

【００６３】

インダクティブヘッドｈ２の第１のコイル層４７の端部（図示せず）と第２のコイル層４９の端部（図示せず）は、例えば、それぞれ端子層３３，３３のどちらか一方に導通されている。またＭＲヘッドｈ１は、例えば端子層３２，３２と導通されている。

【００６４】

端子層３２，３２および端子層３３，３３はいわゆるボンディングパッドとして機能するものであり、前記各端子層に接続されたワイヤー、またはフレキシブルプリント基板のリードが、磁気記録再生装置に設けられた電気回路と導通されている。

【００６５】

図３は、図２に示されたインダクティブヘッドｈ２の構造を、記録媒体との対

向面から見た部分正面図、図４は、他の実施形態のインダクティブヘッドｈ２の構造を示す部分正面図である。

【００６６】

図３に示すように下部コア層４０の上には、第１持ち上げ層４１が形成されている。第１持ち上げ層４１は下部コア層４０と同様に、記録媒体との対向面に露出形成され、第１持ち上げ層４１の下面は下部コア層４０と磁気的に接続された状態になっている。

【００６７】

図３に示すように第１持ち上げ層４１は、トラック幅方向（図示Ｘ方向）における幅寸法がＴ２で形成されている。この幅寸法Ｔ２は、少なくとも下部磁極層４４ａの図示Ｘ方向の幅寸法に比べて大きく形成される必要がある。

【００６８】

第１持ち上げ層４１の幅寸法Ｔ２は５μｍ～１００μｍの範囲内、高さ寸法Ｈ４は１μｍ～５μｍの範囲内であることが好ましい。

【００６９】

トラック幅規制部４４の先端部４４ｄは、前記第１の方向に直交する第２の方向（図示Ｘ方向；トラック幅方向）の幅寸法が、トラック幅規制部４４の上に設けられる上部コア層の先端部の前記第２の方向の幅寸法より小さくなっている。インダクティブヘッドｈ２の記録トラック幅は、トラック幅規制部４４の先端部４４ｄの前記第２の方向（トラック幅方向）の幅寸法によって規定される。高記録密度に対応した薄膜磁気ヘッドにおいて、トラック幅規制部４４の先端部４４ｄの幅寸法（トラック幅Ｔｗ）は、０．７μｍ以下で形成されることが好ましく、より好ましくは０．５μｍ以下である。

【００７０】

図４では、下部磁極層４４ａの基端から第１持ち上げ層４１の両側上面には、上部コア層から離れる方向に傾斜する傾斜面４１ａ，４１ａが形成されており、これにより、さらにライトフリンジングの発生を適切に抑制することができる。

【００７１】

図２及び図３に示された磁気ヘッド（インダクティブヘッド）の製造方法を示

す。

【００７２】

図５から図１３は、図２及び３に示す本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一連の製造工程図である。

【００７３】

まず図５では、下部コア層４０上に、レジスト層Ｒ１を塗布形成し、レジスト層Ｒ１に、露光現像によって、記録媒体との対向面から第１の方向（ハイト方向図示Ｙ方向）に所定の長さ寸法であって、且つ第１の方向と直交する第２の方向（トラック幅方向：図示Ｘ方向）に所定の幅寸法で形成される溝Ｒ１ａを形成する。さらに、レジスト層Ｒ１の溝Ｒ１ａから第１の方向に所定距離離れた位置に、貫通孔Ｒ１ｂを形成する。そして、ＮｉＦｅなどの磁性材料を用いて、溝Ｒ１ａ内に第１持ち上げ層４１を、貫通孔Ｒ１ｂ内に第２持ち上げ層４２を、メッキ形成する。

【００７４】

第１持ち上げ層４１及び第２持ち上げ層４２の形成後、レジスト層Ｒ１を除去し、図６に示すように、下部コア層４０上、第１持ち上げ層４１上、及び第２持ち上げ層４２上に無機絶縁層４３をスパッタ法あるいは蒸着法によって堆積させる。無機絶縁層４３はSiO_2によって形成される。

【００７５】

無機絶縁層４３の堆積後、無機絶縁層４３の表面をＣＭＰ技術などを利用して、第１持ち上げ層４１及び第２持ち上げ層４２の高さ寸法がＨ４になるＡ－Ａ線上まで削っていく。

【００７６】

図６に示されるＣＭＰ技術による研磨工程によって第１持ち上げ層４１の上面４１ｂ及び第２持ち上げ層４２の上面４２ａ並びに無機絶縁層４３の上面４３ａが平坦化され、図７に示されるように、同一平面をなす。

【００７７】

次に、図７に示される工程では、第１持ち上げ層４１上の所定位置に、レジストなどの有機材料、$Si0_2$などの無機材料、Ｃｕなどの非磁性金属材料を用い

てＧｄ決め層４５を形成する。

【００７８】

図８に示される工程では、第１持ち上げ層４１及び第２持ち上げ層４２並びに無機絶縁層４３の上に、レジスト層Ｒ２を塗布形成し、レジスト層Ｒ２に、露光現像によって、記録媒体との対向面から第１の方向に所定の長さ寸法であって、且つ第２の方向（トラック幅方向：図示Ｘ方向）に所定の幅寸法で形成される溝Ｒ２ａを形成する。そして、溝Ｒ２ａ内にトラック幅規制部４４をメッキ形成する。

【００７９】

図８に示すようにトラック幅規制部４４は、下から下部磁極層４４ａ、ギャップ層４４ｂ、および上部磁極層４４ｃで構成され、これら各層は、連続してメッキ形成されている。

【００８０】

なお溝Ｒ２ａ内に形成されるトラック幅規制部４４の膜構成は、上記３層の構成に限られない。すなわち、トラック幅規制部４４は、下部コア層４０と接続する下部磁極層４４ａ及び／または上部コア層と接続する上部磁極層４４ｃ、ならびに一方のコア層とこれに対向する一方の磁極層または両磁極層の間に位置するギャップ層４４ｂで構成されれば、どのような膜構成であってもかまわない。

【００８１】

また前述のように、ギャップ層４４ｂを磁極層と共にメッキ形成することが好ましく、この場合、ギャップ層４４ｂを形成するメッキ形成可能な非磁性金属材料が、ＮｉＰ、ＮｉＰｄ、ＮｉＷ、ＮｉＭｏ、Ａｕ、Ｐｔ、Ｒｈ、Ｐｄ、Ｒｕ、Ｃｒのうち１種または２種以上から選択することが好ましい。

【００８２】

これにより、下部磁極層４４ａ、ギャップ層４４ｂおよび上部磁極層４４ｃを連続メッキして形成することができる。

【００８３】

メッキ形成されたトラック幅規制部４４は、図９に示されるように、レジスト層Ｒ３によって覆われて保護される。

【００８４】

また、図９に示されるように、第１持ち上げ層４１及び第２持ち上げ層４２並びに無機絶縁層４３の上に、レジスト層Ｒ４を塗布形成し、レジスト層Ｒ４に第２持ち上げ層４２の周りに螺旋状に巻回する複数条の貫通溝をパターン形成する。複数条の貫通溝は第１持ち上げ層４１と第２持ち上げ層４２とで挟まれた領域を通過している。

【００８５】

さらに、レジスト層Ｒ４をマスクとして、CF_4ガスを用いる反応性イオンエッチングによって無機絶縁層４３に、第２持ち上げ層４２の周りに螺旋状に巻回する複数条の溝部４３ｂを形成する。溝部４３ｂを形成する際、イオンミリングを用いると溝部４３ｂの側壁上面４３ａに対してテーパ角を有する傾斜面になってしまうが、反応性イオンエッチングを用いることにより、溝部４３ｂの側壁を上面４３ａに対する垂直方向に掘りこむことができる。

【００８６】

溝部４３ｂは第１の持ち上げ層４１と第２の持ち上げ層とで挟まれた領域を通過している。

【００８７】

溝部４３ｂを形成した後、図１０に示される工程では、コイル層４７をメッキ形成するための下地層５３をスパッタ法によって形成する。下地層５３は、例えばＣｒ層の上にＴｉ層が積層されたものである。

【００８８】

次に、図１１に示される工程では、下地層５３上に、レジスト層Ｒ５を塗布形成し、レジスト層Ｒ５の、無機絶縁層４３の溝部４３ｂに重なっている部分に貫通溝をパターン形成する。図１１では、溝部４３ｂの幅寸法Ｗ２より広い幅寸法Ｗ３を有する貫通溝を形成している。なお、溝部４３ｂの幅寸法Ｗ２や貫通溝の幅寸法Ｗ３の絶対値は全ての部位で必ずしも一定ではなく、部位が異なると変わることもある。しかし、互いに重なっている貫通溝と溝部４３ｂの幅寸法の相対的な値についてみると、上側になる貫通溝の幅寸法Ｗ３は下側になる溝部４３ｂの幅寸法Ｗ２よりつねに広くなっている。従って、溝部４３ｂの開口部は全ての

部分が貫通溝の開口部内に露出しており、レジスト層Ｒ５によって塞がれてはいない。

【００８９】

そして、下地層５３をメッキ下地として、溝部４３ｂの内部からレジスト層Ｒ５の貫通溝内にかけて、Ｃｕをメッキして、コイル層４７を連続メッキ形成する。ここでいう、連続メッキとは、コイル層４７を、一度のメッキ浴及び電流供給によって形成することを意味する。すなわち、メッキ形成の途中のコイル層４７を、メッキ浴中から出してから再びメッキ浴中に浸すという過程を経ない。

【００９０】

従って、形成されたコイル層４７は、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層（Ｃｕ層）になる。しかも、膜厚の大きなコイル層４７を容易かつ迅速に形成することができる。

【００９１】

また、本発明では、図１１に示す工程において溝部４３ｂを形成するときには、膜厚Ｈ１のレジスト層Ｒ４をマスクとして用い、コイル層４７をフレームメッキ形成するときには、膜厚Ｈ２のレジスト層Ｒ５をフレームとして用いている。つまり、膜厚Ｄ２のコイル層４７を形成するために、膜厚Ｄ２より大きな膜厚のフレームをレジストパターニングによって形成する必要がなく、薄い膜厚のレジストのパターン形成を２回行えばよい。レジストのパターン形成はレジストの膜厚が薄い程精度が高くなるので、本発明の磁気ヘッドの製造方法を用いるとコイル層４７の寸法精度及び位置精度を向上させることができる。

【００９２】

なお、図１１では、コイル層４７をＣｕのみからなる単層構造のものとして示しているが、Ｃｕからなる層を連続メッキ形成した後、酸化保護層としてのＮｉ層を形成してもよい。

【００９３】

コイル層４７をメッキ形成した後、レジスト層Ｒ５を除去し、レジスト層Ｒ５の下にあってマスキングされていた下地層５３をイオンミリングなどで除去する。さらに、持ち上げ層４２上に、ＮｉＦｅなどの磁性材料からなる第３持ち上げ

層４６をメッキ形成して、トラック幅規制部４４を覆っていたレジスト層Ｒ３を除去すると図１２に示される状態になる。

【００９４】

図１２に示されるように、本実施の形態の製造方法によってメッキ形成されたコイル層４７は、溝部４３ｂの深さ寸法Ｄ１より大きな膜厚Ｄ２を有している。

【００９５】

また、図１１に示される工程で、溝部４３ｂの幅寸法Ｗ２より広い幅寸法Ｗ３を有する貫通溝を形成しており、溝部４３ｂの開口部は全ての部分が貫通溝の開口部内に露出しているので、コイル層４７を均一な構造にすることが容易になっている。なお、貫通溝の幅寸法Ｗ３が溝部４３ｂの幅寸法Ｗ２より大きくなっているので、形成されたコイル層４７は下部領域４７ｂの幅寸法より上部領域４７ｃの幅寸法の方が大きくなっている。

【００９６】

次に、図１３に示される工程では、コイル層４７の各条（各ターン）４７ａの間及び上部に絶縁材料をスパッタ法または蒸着法などを用いて堆積させ、絶縁層４８を形成する。絶縁層４８はアルミナやSiO_2などの無機材料によって形成されている。

【００９７】

絶縁層４８を堆積させた後、ＣＭＰ技術などを利用して、トラック幅規制部４４の上面及び第３持ち上げ層４６の上面が表れるＢ－Ｂ線上まで削っていく。

【００９８】

図１３に示されるＣＭＰ技術による研磨工程によってトラック幅規制部４４の上面及び第３持ち上げ層４６の上面並びに絶縁層４８の上面が平坦化され、同一平面をなす。

【００９９】

上記研磨工程によって、コイル層４７を覆う絶縁層４８の上面４８ａを平坦面した後、絶縁層４８の上面４８ａに、第２のコイル層４９を、第３持ち上げ層４６の周囲を螺旋状に巻回されようにメッキ形成する。このとき、コイル層４７と第２のコイル層４９は、中心部が絶縁層４８を貫通して互いに接続されるように

する。

【０１００】

第２のコイル層４９もＣｕによって形成される。また、第２のコイル層４９は、Ｃｕからなる層とＮｉからなる層の積層構造であってもよい。

【０１０１】

その後、第２のコイル層４９を、コイル絶縁層５０によって覆う。コイル絶縁層５０は、レジスト等の有機絶縁材料からなり、第２のコイル層４９の互いに隣り合う導電層間を埋めると共に、第２のコイル層４９の上面を覆う。

【０１０２】

さらに、コイル絶縁層５０上に上部コア層５１を形成すると図２に示されたインダクティブヘッドｈ２が形成される。上部コア層５１の基部５０ｂは第３持ち上げ層４６の上面４６ａに接続され、先端部５０ａはトラック幅規制部４４の上面４４ｅに接続される。上部コア層５１の先端部５１ａは、対向面３１ｂに露出しないように、図示Ｙ方向に後退させられている。上部コア層５１は例えばＮｉＦｅなどの磁性材料によって形成される。

【０１０３】

これらの工程を経ることにより、コイル層４７を無機絶縁層４３と絶縁層４８にまたがって形成されたものにできる。従って、コイル層４７の膜厚Ｄ２を従来より大きくできる。例えば、溝部４３ｂの深さ寸法Ｄ１は１μｍ～３μｍ、コイル層４７の膜厚Ｄ２は２μｍ～６μｍである

。

【０１０４】

従って、コイル層４７の断面積を大きくしてコイル層４７の抵抗値を小さくすることができる。

【０１０５】

しかも、コイル層４７の膜厚を大きくすることによって、断面積を大きくしているため、コイル層４７の幅寸法を小さく維持できる。従って、下部コア層及び上部コア層の寸法を小さく維持して、磁気ヘッドのインダクタンスが増大することを防ぐことができる。また、無機絶縁層４３及び絶縁層４８は、熱伝導率が大

きいのでコイル層４７から発生した熱が外部に逃げやすくなっている。

【０１０６】

特に、第２持ち上げ層４２よりも媒体対向面に近い、コイル層４７の前方部分の抵抗値を低減することができ、コイル層４７からの発熱量を低減できる。

【０１０７】

従って、コイル層４７の発熱により磁気ヘッドが膨張したときの、スライダの記録媒体との対向面から突出量を低減できる。

【０１０８】

特に、高記録密度に対応するためにコイル層４７に与えられる記録電流の周波数が高くなっても、コイル層４７の発熱量を抑制でき、突出量を低減できる。

【０１０９】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているが、本発明では、磁気ヘッドの突出量を低減できるため、磁気ヘッドが磁気媒体に当たる頻度を低くでき、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性を低減できる。

【０１１０】

また、上部コア層５１とトラック幅規制部４４の接合を確実にするために、トラック幅規制部４４の上面４４ｅを平坦面にする必要があり、そのため、絶縁層４８の上面４８ａも平坦面にする必要があるが、本実施の形態の磁気ヘッドでは、コイル層４７をトラック幅規制部４４の下面よりも下方位置にまで延すことにより、絶縁層４８の上面４８ａをトラック幅規制部４４の上面４４ｅと同一面をなす平坦面としつつ、コイル層４７の膜厚を大きくすることを可能にしている。

【０１１１】

なお、図４に示されるような先端形状を有するインダクティブヘッドを形成するためには、図８工程でトラック幅規制部４４をメッキ形成した後、トラック幅規制部４４と第１持ち上げ層４１の上面を斜め上方からのイオンミリングによって削る工程を加える。

【０１１２】

【発明の効果】

以上詳細に説明した本発明によって磁気ヘッドを形成すると、前記コイル層を前記無機絶縁層の内部と前記無機絶縁層の上の層の絶縁層の内部にまたがって形成されたものにできる。従って、本発明によって製造された磁気ヘッドは、前記上部コア層と下部コア層に挟まれた前記コイル層の前方領域の膜厚を、従来よりも厚くすることが可能になる。

【０１１３】

しかも、前記コイル層をメッキ形成する際、前記溝部の内部及び前記溝部に重なる領域に、前記溝部の深さ寸法より大きな膜厚を有する複数条のコイル層を連続メッキによって形成している。

【０１１４】

従って、本発明の磁気ヘッドの製造方法であれば、膜厚の大きなコイル層を容易かつ迅速に形成することができる。しかも、形成されたコイル層は、継ぎ目のない、組成、構造が均一な導電性材料層になる。

【０１１５】

また、無機材料によって形成された無機絶縁層は、熱伝導率が大きいので無機絶縁層中にコイル層が埋めこまれても、外部に熱が逃げやすくなっている。

【０１１６】

従って、本発明では、前記コイル層の断面積を大きくして前記コイル層の抵抗値を小さくすることができる。特に、前記第２持ち上げ層よりも媒体対向面に近い、前記コイル層の前方部分の抵抗値を低減することができる。

【０１１７】

しかも、前記コイル層の膜厚を大きくすることによって、断面積を大きくしているため、下部コア層及び上部コア層の寸法を小さく維持して、磁気ヘッドのインダクタンスが増大することを防ぐことができる。

【０１１８】

従って、前記コイル層の発熱により磁気ヘッドが膨張したときの、スライダの記録媒体との対向面から突出量を低減できる。

【０１１９】

特に、高記録密度に対応するために前記コイル層に与えられる記録電流の周波

数が高くなっても、コイル層の発熱量を抑制でき、前記突出量を低減できる。

【０１２０】

また、高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダの対向間隔が狭くなっているが、本発明では、磁気ヘッドの前記突出量を低減できるため、磁気ヘッドが磁気媒体に当たる頻度を低くでき、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド自体が損傷する可能性を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の薄膜磁気ヘッドが形成されたスライダの全体斜視図、

【図２】

本発明を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの実施の形態の断面図、

【図３】

本発明を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの実施の形態の正面図、

【図４】

本発明を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの実施の形態の正面図、

【図５】

本発明の図２に示すインダクティブヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図６】

図５に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図７】

図６に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図８】

図７に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図９】

図８に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図１０】

図９に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図１１】

図１０に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図１２】

図１１に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図１３】

図１２に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図１４】

従来の製造方法を用いて形成された薄膜磁気ヘッドの断面図、

【符号の説明】

４０　下部コア層

４１　第１持ち上げ層

４２　第２持ち上げ層

４３　無機絶縁層

４４　トラック幅規制部

４４ａ　下部磁極層

４４ｂ　ギャップ層

４４ｃ　上部磁極層

４５　Ｇｄ決め層

４６　第３持ち上げ層

４７　コイル層

４８　絶縁層

４９　第２コイル層

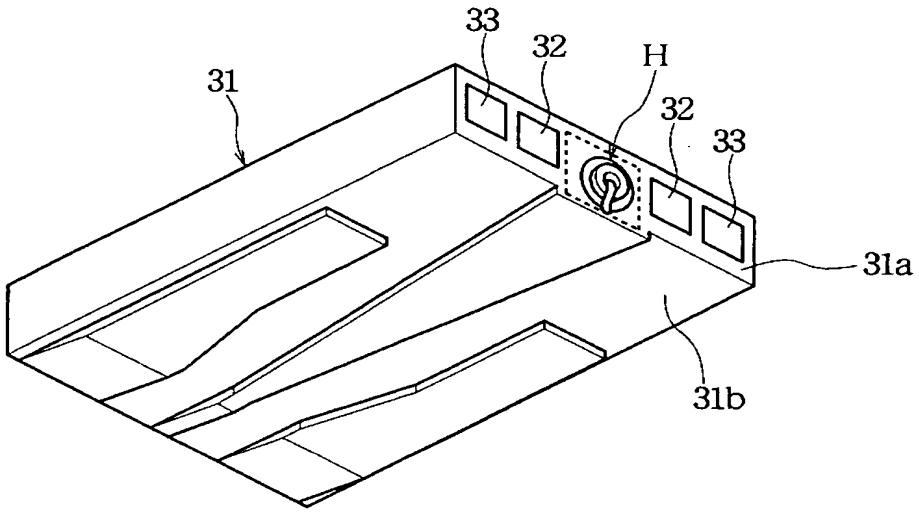
５０　コイル絶縁層

５１　上部コア層

【書類名】　図面

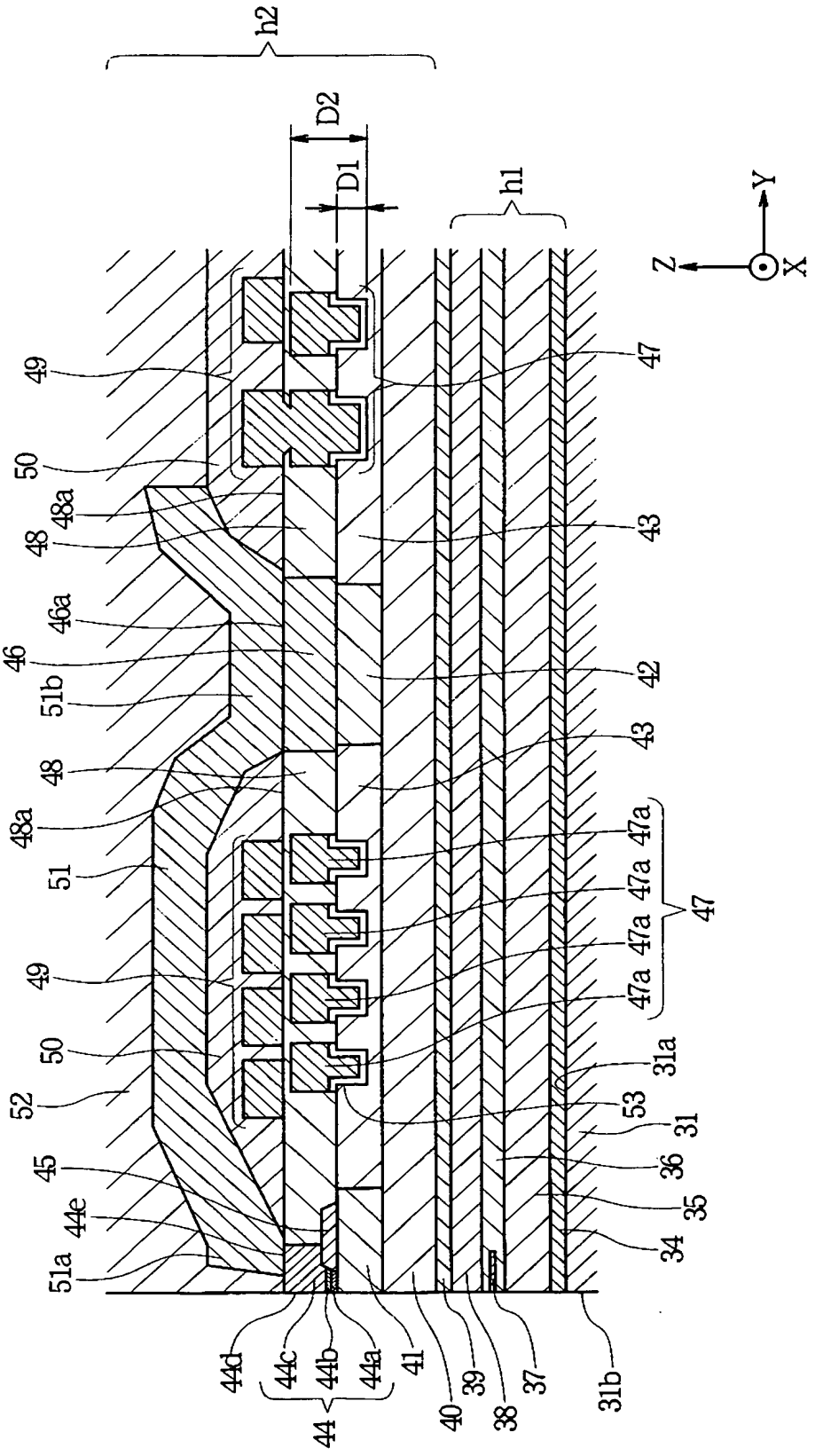
【図１】

図１



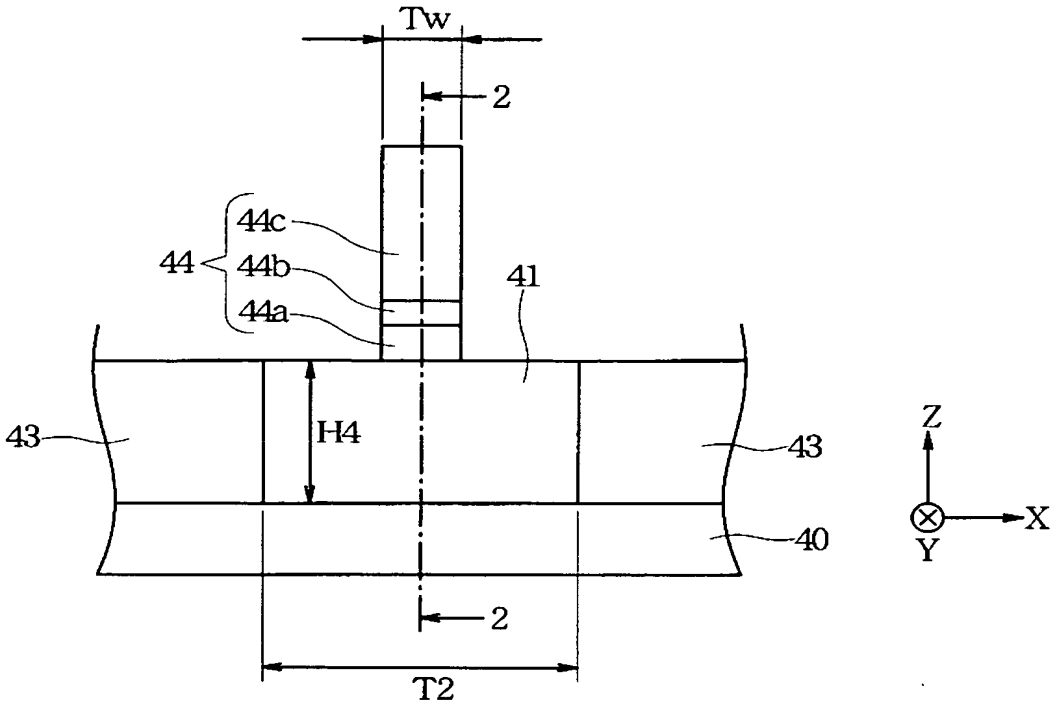
【図２】

図２


h2
D2
D1
h1
Y
Z
X
49
50
48a
48
46a
46
51b
48
48a
51
49
50
52
45
44e
51a
47
43
42
43
47a
47a
47a
47a
47a
47
31a
53
31
36
35
34
44d
44c
44b
44a
44
41
40
39
38
37
31b

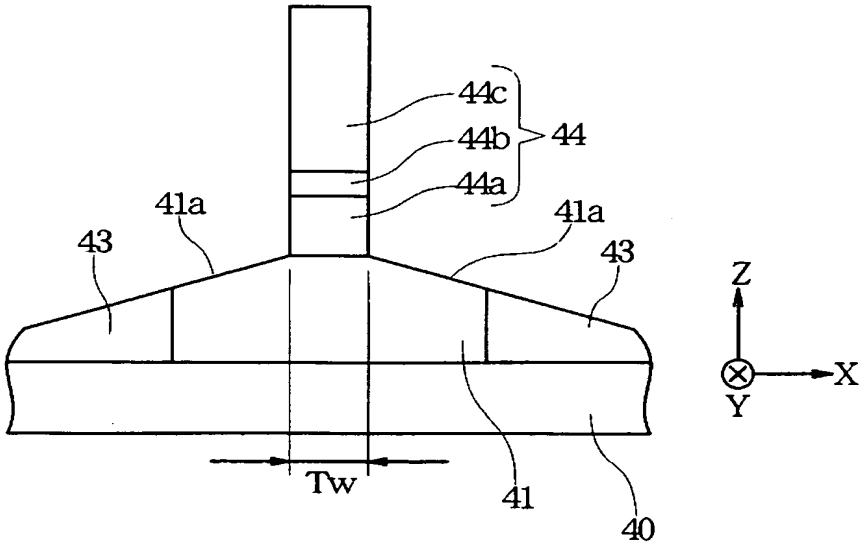
【図３】

図３


Tw
2
44c
44
44b
44a
41
43
H4
43
40
2
T2
Z
X
Y

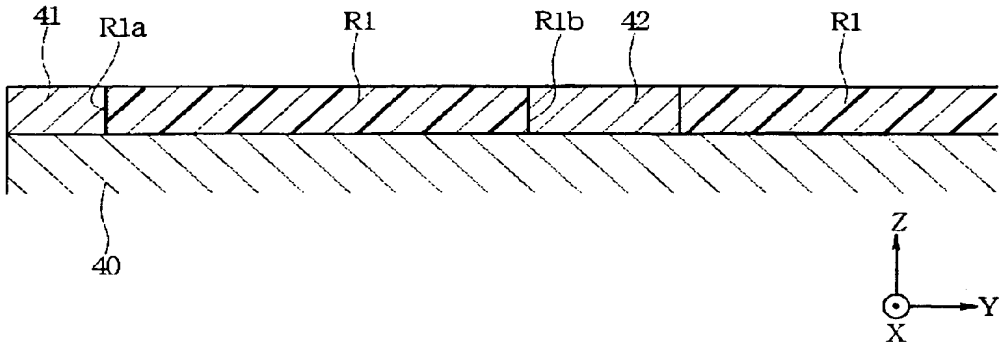
【図４】

図４


44c
44b
44
44a
41a
41a
43
43
Z
X
Y
Tw
41
40

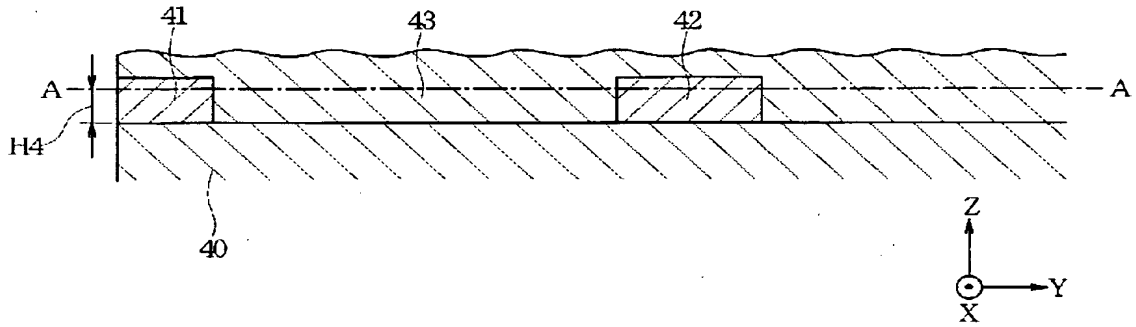
【図５】

図５



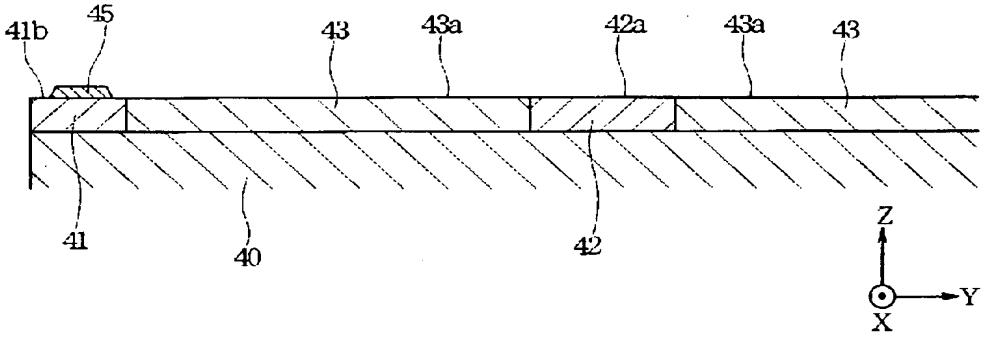
【図６】

図６



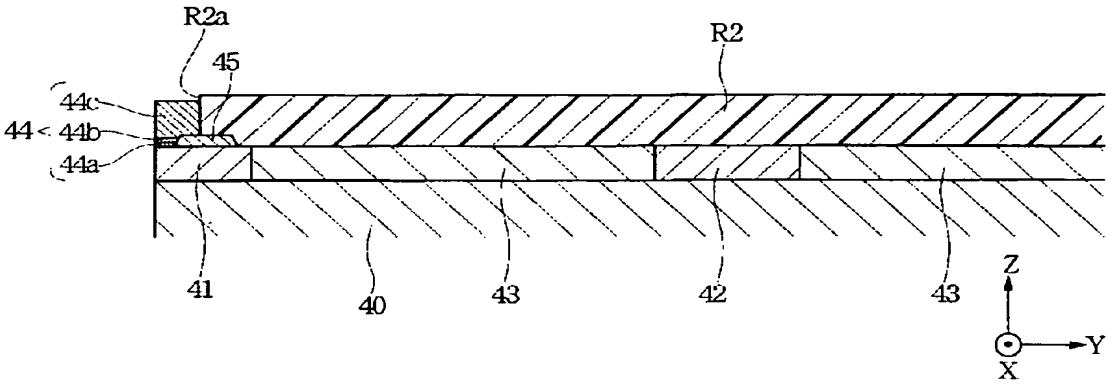
【図７】

図７



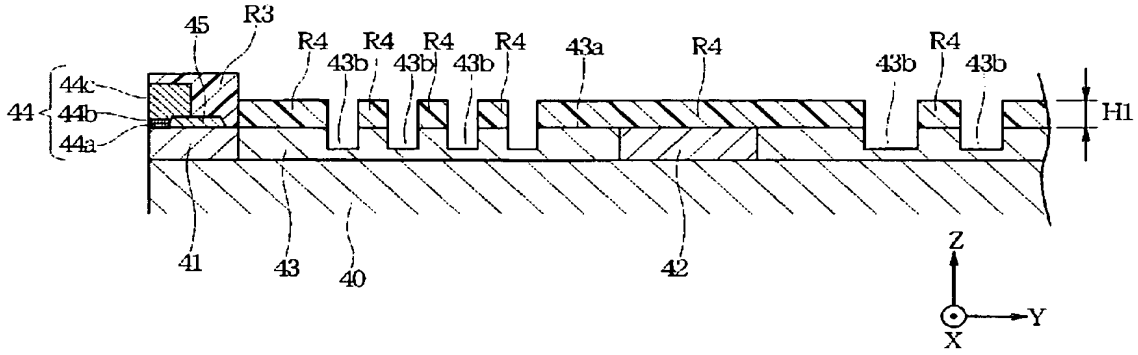
【図８】

図８



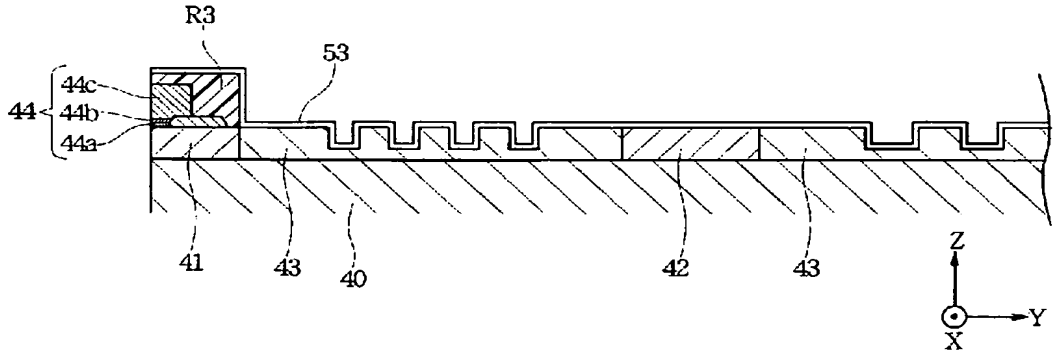
【図９】

図９



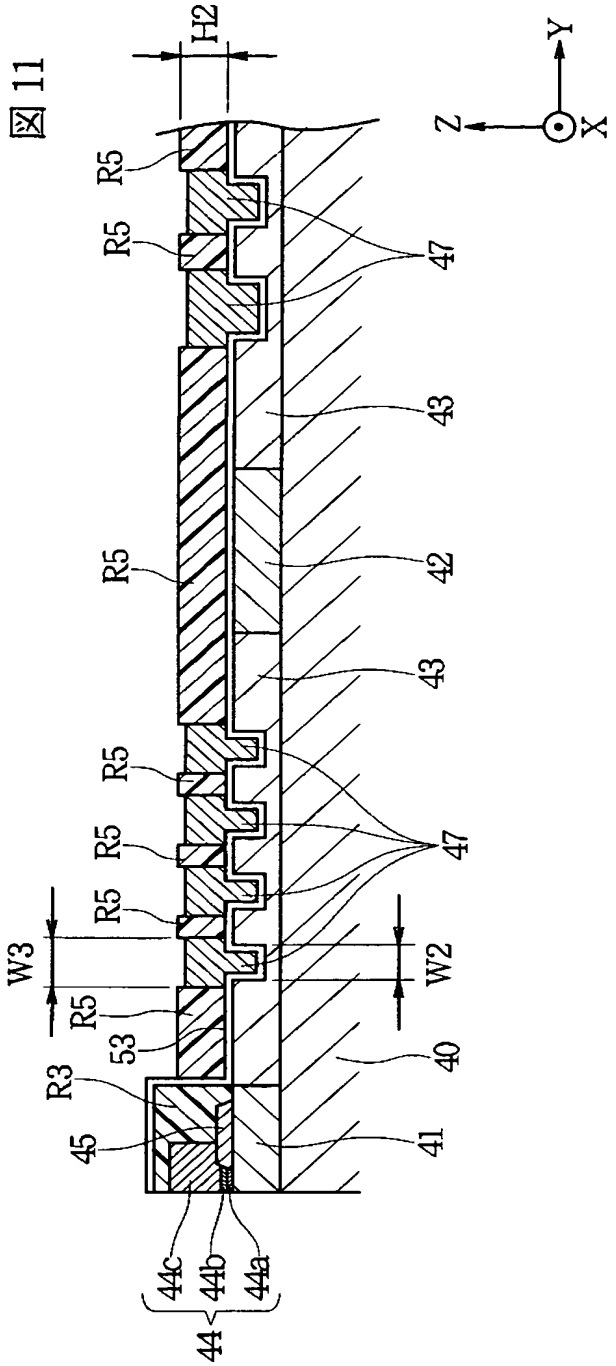
【図１０】

図10



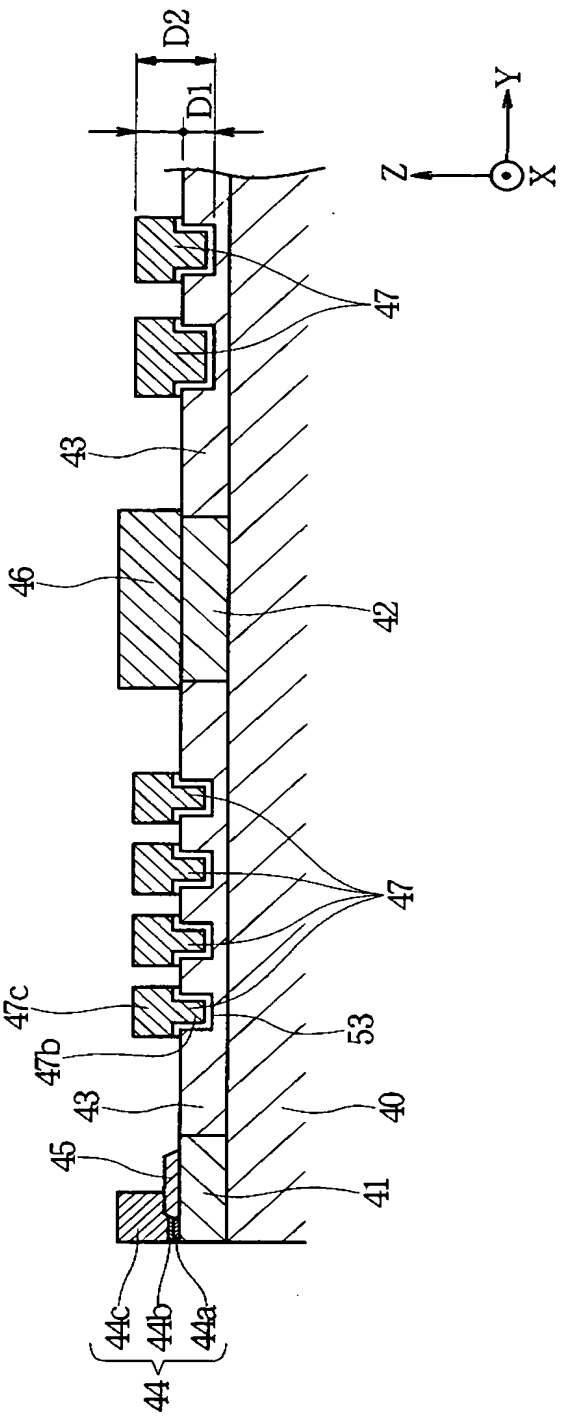
【図１１】

図11



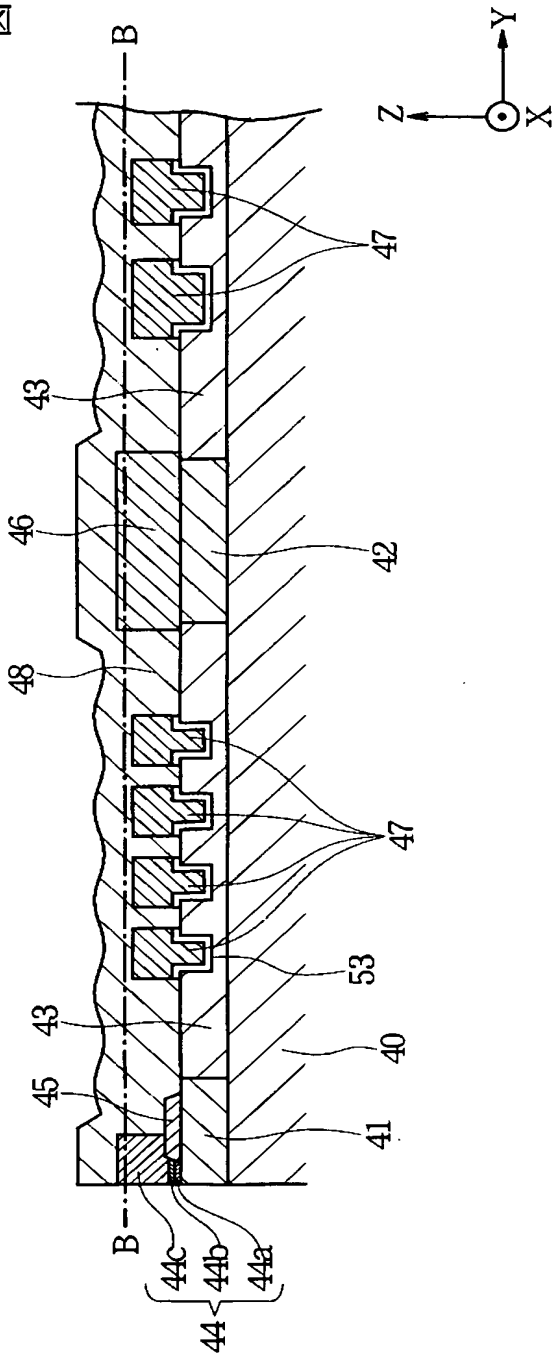
【図１２】

図12



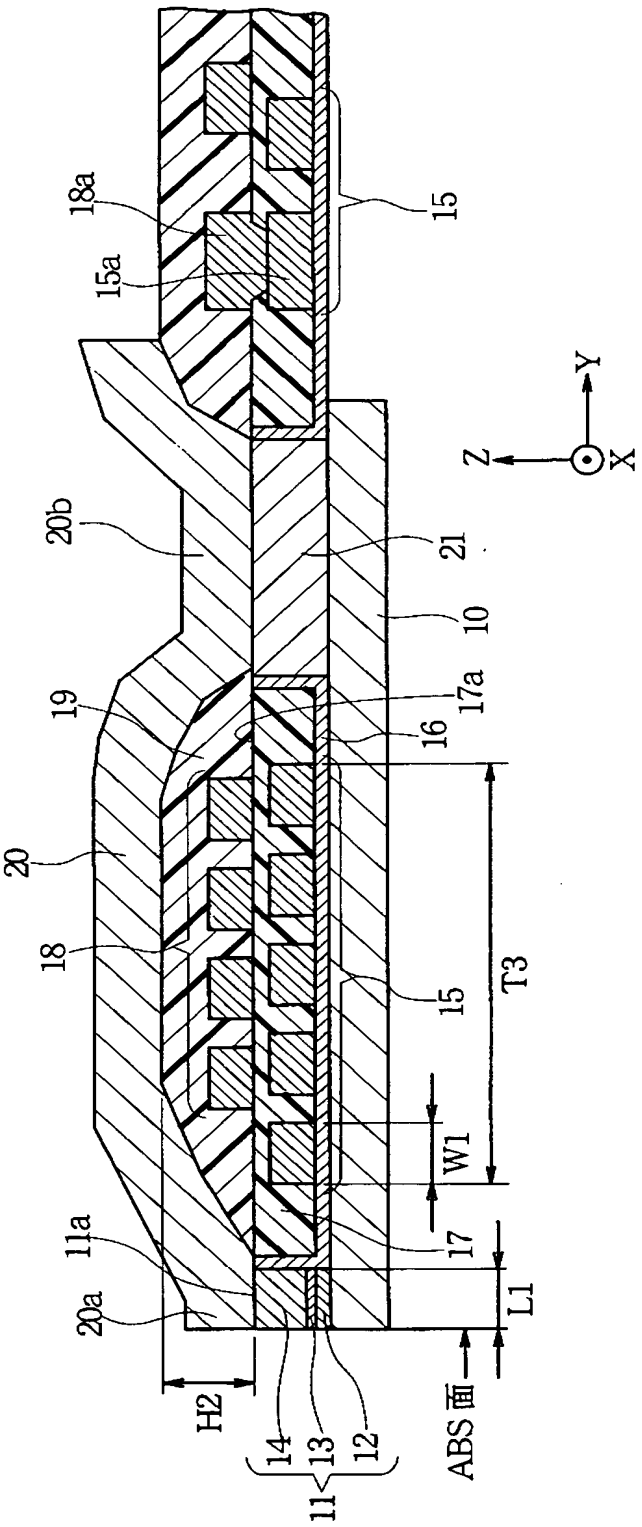
【図１３】

図13



【図１４】

図14


18a
15a
15
Y
Z
X
20b
21
10
19
17a
16
20
18
15
T3
W1
17
11a
20a
L1
H2
14
13
12
11
ABS面

【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　コイル層の抵抗を低減し、発熱量の少ない磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】

下部コア層４０上に第１持ち上げ層４１と第２持ち上げ層４２を形成し、第１持ち上げ層４１と第２持ち上げ層４２の間の空間を無機絶縁層４３で埋めたあと、無機絶縁層４３にコイル層４７を形成する溝部を形成し、溝部内部と溝部に重なる領域にコイル層４７をメッキ形成する。コイル層４７を厚く形成できるので、断面積が大きくなって抵抗値が減り、発熱量が少なくなる。このため、トラック幅規制部４４の熱膨張による突出を低減できる。

【選択図】　図２

特願２００２－３４８３６８

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００１００９８］

１．変更年月日　　１９９０年　８月２７日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　東京都大田区雪谷大塚町１番７号
氏　名　　アルプス電気株式会社